

Trop refroidir un réacteur peut-il causer un emballement de réaction ?

Juillet 2018

En 1996, une explosion est survenue dans un réacteur en lot de 600 gallons US (~2.3 m³) dans une manufacture britannique de teinture. Le procédé exigeait de rajouter de l'acide nitrosylsulfurique (ANS) au réacteur contenant une amine et de l'acide sulfurique à une température entre 30 et 40°C. La réaction était exothermique – générant de la chaleur. Typiquement, cet ajout prenait environ 5 heures et son alimentation était contrôlée manuellement. Ce procédé était en usage depuis plusieurs années et des centaines de lots furent préparés sans problème.

Tôt lors de l'ajout de l'ANS, le lot a surchauffé à presque 50°C et l'ajout de l'ANS a été arrêté. Le lot a ensuite été refroidi à 25°C (trop froid) et l'ajout de l'ANS a repris. Lorsque l'alimentation de l'ANS a été complétée, la température du lot n'a pu être contrôlée avec le refroidissement disponible et a excédé la température maximale qui pouvait être enregistrée par la sonde de température. Le réacteur a été mis en surpression par l'emballement de la réaction et a explosé. La partie inférieure du réacteur a été projetée sur le plancher du bâtiment hors de ses supports. L'agitateur du réacteur a atterri sur le toit et le haut du réacteur a été trouvé à environ 500 pieds (150 m) de distance. Heureusement, personne n'a été blessé. Le coût direct surpassait les 2 millions de livres anglaises.

Référence: Partington et Waldram, *ICChemE Symposium Series*, No. 148, pp. 81-93, 2001.

Domages suite à un emballement de réactions



Le saviez-vous ?

- Le taux de réaction de la plupart des réactions chimiques exothermiques augmente avec une hausse de température et diminue avec une baisse de température. Si la température de réaction est trop basse, la réaction sera ralentie et de la matière n'ayant pas réagi pourrait s'accumuler dans le réacteur. Si la température de réaction augmente par la suite, la matière qui n'avait pas réagi sera disponible pour la réaction. S'il y a assez de matière n'ayant pas réagi, l'énergie libérée peut alors excéder la capacité de refroidissement du réacteur.
- À température élevée, d'autres réactions chimiques y compris des réactions de décomposition qui sont négligeables à la température normale de réaction peuvent devenir significatives. Ces réactions peuvent libérer plus d'énergie et parmi les produits de réaction peuvent se retrouver des gaz pouvant engendrer une haute pression dans le réacteur.
- Dans le cas de cet incident, l'on croit qu'environ 30% de l'ANS n'ayant pas réagi s'est accumulé dans le réacteur durant la période de temps que le lot était trop froid. Des études en laboratoire et des simulations par ordinateur ont indiqué que cette accumulation n'aurait pas été suffisante pour causer l'emballement. Une autre source de chaleur, telle une fuite de vapeur chaude dans la chemise extérieure du réacteur aurait pu être nécessaire. Toutefois, l'énergie disponible de l'ANS n'ayant pas réagi a rendu le réacteur plus vulnérable à un emballement s'il y avait eu d'autres sources de chaleur.
- Il est important de s'assurer que les systèmes de réaction sont en bonne condition de marche du fait que des fuites d'équipement et d'autres fonctionnements inadéquats peuvent causer ou contribuer à des incidents de réactions chimiques.

Que pouvez-vous faire ?

- Sachez lesquelles de vos réactions sont exothermiques et qui pourraient devenir incontrôlables si les produits de réaction s'accumulent. Parmi des exemples, on retrouve la polymérisation, la nitration, la sulfonation, la réaction acide-base et l'oxydation.
- Soyez au courant que pour plusieurs réactions ce n'est pas uniquement la limite de température maximale qui est critique en terme de sécurité mais également la limite de température minimale. Trop refroidir un réacteur peut mener à une accumulation de matière n'ayant pas réagi pouvant causer par la suite une température élevée incontrôlable.
- Comprenez les conséquences de dévier des paramètres critiques sécuritaires - température, pression, débit, mélange ou tout autre paramètre critique pour votre procédé. Soyez au courant des conséquences des déviations, à la fois trop élevées ou trop basses, et sachez quelle action prendre si une déviation survient.
- Si vous n'avez pas de procédés comportant des réactions chimiques à votre usine, soyez au courant qu'une température basse peut quand même causer des problèmes. Par exemple, des liquides peuvent geler ou devenir très visqueux ou des solides peuvent être précipités hors d'une solution.

Ça pourrait être non sécuritaire si votre procédé est "trop froid" !